



KEMAMPUGARUAN BATUAN DENGAN METODE SEISMIK PADATAMBANG BATUBARA PT INTERNASIONAL PRIMA COAL

CAPABILITY OF ROCK WITH SEISMIC METHODS ATPT INTERNATIONAL PRIMA COAL COAL MINE

Ibra Bustam¹, Firdaus², Citra Aulian Chalik³.

¹⁻³ Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Industri Universitas Muslim Indonesia

Jl. Urip Sumoharjo km.5, Kota Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia

e-mail: ¹ibra.bustam05@gmail.com,

Abstrak

Penggaruan merupakan suatu metode penghancuran batuan, dimana batuan tersebut sangat sulit untuk dilakukan penggalian secara langsung. Penggaruan dalam pelaksanaannya memerlukan analisa secara langsung seperti nilai uji kuat tekan pada batuan. Metode seismik digunakan untuk menentukan kemampugaruan batuan pada tambang PT Internasional Prima Coal di Kecamatan Palaran Kota Samarinda. Dari uji laboratorium yang dilakukan didapatkan nilai kuat tekan masing-masing material batuan. Nilai kuat tekan material GA-01 1,72 mpa, GA-01 1,79 mpa, GA-02 1,96 mpa, GA-03 1,81 mpa, GA-04 2,44 mpa, GA-05 18,22 mpa GA-05 3,69 mpa, GA-05 1,84 mpa, GA-06 3,00 mpa, GA-07 1,75 mpa. Dengan persamaan karpuz didapat nilai kecepatan gelombang seismik material sampel GA-01 1076,68 m/s, GA-01 1086,38 m/s, GA-02 1108,79 m/s, GA-03 1089,10 m/s, GA-04 1164,81 m/s, GA-05 1828,85 m/s, GA-05 1278,42 m/s, GA-05 1093,14 m/s, GA-06 1220,23 m/s GA-07 1080,87 m/s. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa seluruh material tergolong kedalam material yang dapat digaru dan rekomendasi alat yang digunakan yaitu Caterpillar D8R *multi or single shank* atau Komatsu D155A/D155AX Giant Ripper.

Kata-kata kunci: Kemampugaruan, Kuat Tekan, Gelombang Seismik

The Rippability is a method of crushing rock, where the rock is very difficult to excavate directly. Roughing in its implementation requires direct analysis such as the compressive strenght test value in rocks. This study uses an indirect method that is seismic method to determine the rippability of rocks in the mines of PT Internasional Prima Coal in the District of Palaran, Samarinda City. From the laboratory tests, the compressive strength values of each rock material were obtained. The compressive strength value of GA-01 1,72 mpa, GA-01 1,79 mpa, GA-02 1,96 mpa, GA-03 1,81 mpa, GA-04 2,44 mpa, GA-05 18,22 mpa GA-05 3,69 mpa, GA-05 1,84 mpa, GA-06 3,00 mpa, GA-07 1,75 mpa. With the same karpuz obtained seismic wave velocity values of GA-01 1076,68 m/s, GA-01 1086,38 m/s, GA-02 1108,79 m/s, GA-03 1089,10 m/s, GA-04 1164,81 m/s, GA-05 1828,85 m/s, GA-05 1278,42 m/s, GA-05 1093,14m/s, GA-06 1220,23 m/s GA-07 1080,87 m/s. From the results of the study, it was found that all materials were classified into materials that could be ripped and recommendations for equipment used were Caterpillar D8R Multi or single shank or Komatsu D155A/D155AX Giant Ripper.

Keywords: Rippability, Compressive Strength, Seismic Velocity

PENDAHULUAN

Biaya operasional penambangan merupakan hal yang sangat berpengaruh dalam suatu proses pembongkaran batuan. Oleh sebab itu, untuk mendapatkan metode pembongkaran batuan yang efektif dan efisien memerlukan analisis terhadap tingkat kekerasan batuan dan tingkat kerapatan batuan tersebut. Pembongkaran batuan dilakukan dengan metode menggali batuan secara langsung (*direct digging*), penggaruan atau pemberaian batuan (*ripping*) dan menghancurkan batuan dengan alat peledak (*blasting*) [4].

Tingkat kekerasan batuan sangat berpengaruh dalam pembongkaran suatu batuan, sehingga dalam pelaksanaannya memiliki metode pembongkaran batuan yang berbeda-beda yaitu batuan yang bersifat mudah untuk di garu hingga sangat sulit. Berdasarkan pemaparan bozdag (1998) untuk mengetahui daya hancur suatu batuan memerlukan data porositas, stuktur penyusun batuan, kekuatan batuan, dan *seismic velocity*, agar tingkat klasifikasi penghancuran batuan sesuai dengan metode yang digunakan. Setiap pemilihan metode pembongkaran memiliki biaya yang bervariasi sehingga sangat penting untuk mengetahui tingkat kemampugaruan batuan agar dari segi biaya yang digunakan dalam proses penghancuran batuan bersifat ekonomis atau menguntungkan[6].

Penggunaan metode seismik dalam *rippability* batuan merupakan metode dengan menghitung nilai *seismic velocity* terhadap suatu batuan yang didapatkan secara empiris dari hasil uji kuat tekan batuan. Semakin tinggi nilai gelombang seismik suatu



batuan menandakan bahwa batuan tersebut semakin keras dan bersifat sulit untuk dilakukan proses penggaruan.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan berdasarkan metode seismik untuk mengukur suatu tingkat kemampugaruan batuan agar dapat mengetahui metode yang digunakan dalam pembongkaran massa batuan serta rekomendasi alat garu batuan tersebut.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian dilakukan dengan menggunakan metode seismik. Data yang diambil pada lokasi penelitian yaitu data lubang bor dan nilai uji kuat tekan batuan tersebut. Dalam pelaksanaannya penulis melakukan pengambilan data langsung pada perusahaan dan pengumpulan data/informasi dari pembimbing lapangan maupun melalui literatur. Setelah semua data rampung, selanjutnya dilakukan proses analisis data. Dari data nilai uji kuat tekan yang didapatkan dari lubang bor, kemudian dikonversi menjadi nilai gelombang seismik secara empiris dengan menggunakan rumus persamaan karpuz:

$$V_f = 953 \sigma_c^{0.225}$$

Keterangan

V_f = nilai gelombang seismik

σ_c = nilai kuat tekan.

Setelah mendapatkan nilai gelombang seismik kemudian menentukan tingkat kemampugaruan digunakan parameter yang dikemukakan oleh klasifikasi Bailey (1975), Atkinson (1971), Church (1981), Kepmen nomor 1827, Caterpillar dan Komatsu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai Gelombang Seismik

Hasil nilai gelombang seismik berasal dari nilai uji kuat tekan batuan yang didapatkan secara empiris dengan menggunakan rumus persamaan karpuz yang sudah di jelaskan sebelumnya pada tinjauan pustaka. Nilai uji kuat tekan batuan berasal dari data hasil pengeboran yang telah dilakukan sebelumnya di PT Internasional Prima Coal.

Tabel 1. Nilai Gelombang Seismik

No	Sampel	Nama batuan	Kedalaman (M)	Kuat tekan batuan (UCS)	Gelombang Seismik (m/s)
1	GA01	Sandstone	37,60	1,72	1076,68
2	GA 01	Mudstone	58,52	1,79	1086,38
3	GA 02	Mudstone	36,70	1,96	1108,79
4	GA 03	Mudstone	133,19	1,81	1089,10
5	GA 04	Mudstone	56,10	2,44	1164,81
6	GA 05	Coal	47,32	18,22	1828,85
7	GA 05	Mudstone	66,95	3,69	1278,42
8	GA 05	Mudstone	79,85	1,84	1093,14
9	GA 06	Mudstone	91,60	3,00	1220,23
10	GA 07	Sandstone	22,90	1,75	1078,87

Kemampugaruan Batuan

Kemampugaruan batuan yang terdiri dari beberapa parameter yaitu berdasarkan klasifikasi dari Atkinson (1971), Bayley (1975), Church (1981) serta alat Komatsu D8R dan Caterpillar D155A

Klasifikasi Atkinson (1971)

Menurut klasifikasi kemampugaruan batuan yang diterapkan pada tabel kemampugaruan Atkinson (1971) nilai 450 m/s adalah nilai terendah dari nilai gelombang seismik untuk menggunakan metode *ripping* di bawah nilai tersebut hanya menggunakan metode *digging* dalam pembongkaran massa batuan dan batas dari metode ripping yaitu dengan nilai 2150 m/s lebih dari nilai tersebut hanya menggunakan metode *blasting* dalam pembongkaran batuan. Pada sampel batuan *sandstone* berdasarkan kecepatan gelombang seismik yang didapatkan secara empiris maka batuan tersebut memiliki tingkat kemampugaruan yang bersifat mudah di garu (*easy ripping*), Pada batuan *mudstone* berdasarkan kecepatan gelombang seismik yang didapatkan secara empiris maka batuan tersebut memiliki tingkat kemampugaruan yang bersifat mudah di garu (*easy ripping*) hingga sulit di garu (*hard ripping*) dan pada sampel batuan *coal* berdasarkan kecepatan gelombang seismik yang didapatkan secara empiris maka batuan tersebut memiliki tingkat kemampugaruan yang bersifat sangat sulit di garu (*very hard ripping*).

Tabel 2. Klasifikasi Kemampugaruan Atkinson (1971)

Rock hardness	Identification Criteria	Unconfined Compressive Strength, Mpa	Seismic Wave Velocity M/S	Excavation Characteristic
Very Soft	Material crumbles under firm blows with sharp end of geological pick. Can be peeled with a knife, too hard to cut a triaxial sample by hand. Pieces up to 3 cm can be broken by finger pressure	1.7-3.0	450-1200	Easy ripping
Soft	Can just be scraped with knife, indentations 1 mm to 3 mm shown in the specimen with firm blows of the pick point, has dull sound under hammer	3.0-10.0	1200-1500	Hard ripping
Hard	Cannot be scraped with a knife, hand specimen can be broken with a single firm blow, rock rings under hammer	10.0-20.0	1500-1850	Very hard ripping
Very Hard	Hand specimen breaks with pick after more than one blow, rock rings under hammer	20.0-70.0	1850-2150	Extremely hard ripping or blasting
Extreme Hard	Specimen requires many blows with geological pick to break through intact material, rock rings under hammer	>70	>2150	Blasting

Klasifikasi Bayley (1975)

Menurut klasifikasi kemampugaruan batuan yang diterapkan pada tabel kemampugaruan Bayley (1975) nilai 360 m/s adalah nilai terendah dari nilai gelombang seismik untuk menggunakan metode *ripping* di bawah nilai tersebut hanya menggunakan metode *digging* dalam pembongkaran massa batuan dan batas dari metode ripping yaitu dengan nilai 2734 m/s lebih dari nilai tersebut hanya menggunakan metode *blasting* dalam pembongkaran batuan. Pada sampel batuan *sandstone* berdasarkan kecepatan gelombang seismik yang didapatkan secara empiris maka batuan tersebut memiliki tingkat kemampugaruan yang bersifat *moderate*, pada batuan *mudstone* berdasarkan kecepatan gelombang seismik yang didapatkan secara empiris maka batuan tersebut memiliki tingkat kemampugaruan

yang bersifat *moderate* dan pada sampel batuan *coal* berdasarkan kecepatan gelombang seismik yang didapatkan secara empiris maka batuan tersebut memiliki tingkat kemampugaruan yang bersifat *difficult*.

Tabel 3. Klasifikasi Kemampugaruan Bayley (1975)

P-wave velocity (ft/s)	(m /s)	Diggability class definition	Index Number
1000-2000	305-610	Very easy	1-3
2000-3000	610-915	Easy	3-4
3000-5000	915-1525	Moderate	4-6
5000-7000	1525-2135	Difficult	6-8
7000-8000	2135-2440	Very difficult	6-8
8000-9000	2440-2734	Extremely difficult	8-10

Klasifikasi Church (1981)

Berdasarkan klasifikasi kemampugaruan batuan yang diterapkan pada tabel kemampugaruan Church (1981) nilai 455 m/s adalah nilai terendah dari nilai gelombang seismik untuk menggunakan metode *ripping* di bawah nilai tersebut hanya menggunakan metode *digging* dalam pembongkaran massa batuan dan batas dari metode ripping yaitu dengan nilai 2121 m/s lebih dari nilai tersebut hanya menggunakan metode *blasting* dalam pembongkaran batuan. Pada sampel batuan *sandstone* berdasarkan kecepatan gelombang seismik yang didapatkan secara empiris maka batuan tersebut memiliki tingkat kemampugaruan yang bersifat *soft ripping*, pada batuan *mudstone* berdasarkan kecepatan gelombang seismik yang didapatkan secara empiris maka batuan tersebut memiliki tingkat kemampugaruan yang bersifat *soft ripping* hingga *medium ripping* dan pada sampel batuan *coal* berdasarkan kecepatan gelombang seismik yang didapatkan secara empiris maka batuan tersebut memiliki tingkat kemampugaruan yang bersifat *extremly hard ripping*.

Keputusan menteri energi dan sumber daya mineral Republik Indonesia nomor 1827

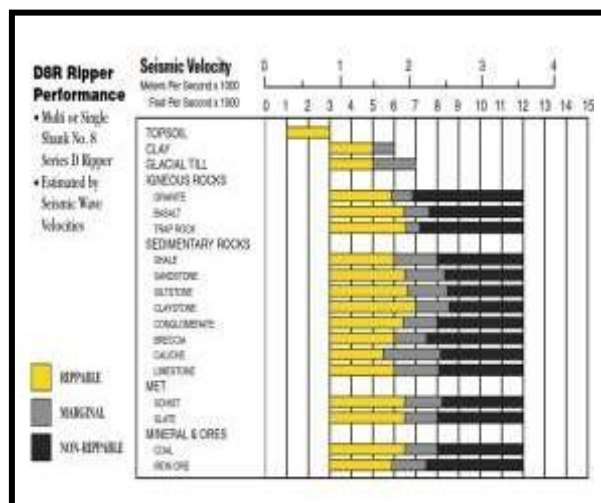
Berdasarkan klasifikasi kemampugaruan batuan yang diterapkan pada tabel kemampugaruan Keputusan menteri energi dan sumber daya mineral Republik Indonesia nomor 1827 nilai 455 m/s adalah nilai terendah dari nilai gelombang seismik untuk menggunakan metode *ripping* di bawah nilai tersebut hanya menggunakan metode *digging* dalam pembongkaran massa batuan dan batas dari metode ripping yaitu dengan nilai 1650 m/s lebih dari nilai tersebut hanya menggunakan metode *blasting* dalam pembongkaran batuan. Pada sampel batuan *sandstone* berdasarkan kecepatan gelombang seismik yang didapatkan secara empiris maka batuan tersebut dapat dibongkar dengan metode *ripping*, pada batuan *mudstone* berdasarkan kecepatan gelombang seismik yang didapatkan secara empiris maka batuan tersebut dapat dibongkar dengan menggunakan metode *ripping* dan pada sampel batuan *coal* berdasarkan kecepatan gelombang seismik yang didapatkan secara empiris maka batuan tersebut memiliki tingkat kemampugaruan yang keras dengan metode pembongkaran *blasting*

Tabel 5. Keputusan menteri energi dan sumber dayamineral Republik Indonesia nomor 1827

No	Metode Pembongkaran Batuan	Gelombang Seismik (m/s)
1	metode gali bebas (free digging)	≤ 450
2	metode garu (ripping)	450 – 1650
3	Drilling and Blasting	≥ 1650

Klasifikasi alat Caterpillar D8R

Pada klasifikasi kemampugaruan dengan alat caterpillar D8R yaitu dengan menentukan *ripabble* atau non *rippable*, berdasarkan nilai kecepatan gelombang seismik pada sampel batuan *sandstone*, *mudstone* dan *coal* maka batuan tersebut dapat di garu dengan menggunakan alat Caterpillar D8R.



Gambar 2. Klasifikasi alat Caterpillar D8R

Klasifikasi alat komatsu D155A

Pada klasifikasi kemampugaruan dengan alat caterpillar D8R yaitu dengan menentukan *ripabble* atau non *rippable*, berdasarkan nilai kecepatan gelombang seismik pada sampel batuan *sandstone*, *mudstone* dan *coal* maka batuan tersebut dapat di garu dengan menggunakan alat Caterpillar D8R. Dari penelitian kemampugaruan batuan dengan metode sesimik berikut adalah hasil kemampugaruan batuan pada PT Internasioal Prima Coal.

Kesimpulan

Nilai kecepatan gelombang seismik yaitu pada sampel GA-01 1076,68 m/s, GA-01 1086,38 m/s, GA-02 1108,79 m/s, GA-03 1089,10 m/s, GA-04 1164,81 m/s, GA-05 1828,85 m/s, GA-05 1278,42 m/s, GA-05 1093,14m/s, GA-06 1220,23 m/s GA-07 1080,87 m/s. Tingkat kemampugaruan suatu batuan Tingat kemampugaruan batuan yaitu pada batuan *sandstone* menurut parameter metode seismik yang telah dilakukan maka batuan *sandstone* bersifat mudah untuk di garu hingga sulit untuk di garu, kemudian batuan *mudstone* menurut parameter metode seismik yang telah dilakukan maka batuan tersebut mudah di garu hingga sangat sulit di garu, pada batuan *coal* menurut parameter metode seismik yang telah dilakukan maka batuan bersifat sulit di garu.

Saran

Saran yang dapat penulisan berikan terkait dengan kegiatan penelitian yang di lakukan metode penggalian dapat menggunakan alat ripper untuk membongkar massa batuan serta senantiasa menjaga keausan mata garu agar kinerja alat garu dapat berjalan baik.



Daftar Pustaka

- [1] Atkinson, T., 1971. *Selection of open pit excavating and load ing equipmen trans. Ins. of Mining and Metallurgy*
- [2] Bailey, A. D., 1975, *Rock types and seismicvelocity versus rippability*
- [3] Caterpillar, T.C., 2018, *Caterpillar PerformanceHandbook, Illinois, Pretoria*
- [4] Fadilah, F. N., Devy, S. D., & Umar, H. (2016). AnalisisKemampugaruan Batuan Berdasarkan Metode Grading pada Tambang Batu Pasir Samarinda Kalimantan Timur *Rippability Analysis Of Rock Mass Based On Grading Method On Sandstone Mine At District Samarinda , East Kalimantan Province*4(1), 15–22.
- [5] Guskarnali, G., Oktarianty, H., & Armelia, D. (2021). Pengaruh Sifat Fisik Batuan Terhadap Kuat Tekan Uniaksial pada Batu Granit di Pulau Bangka. *Jurnal Geomine*, 8(3), 214. <https://doi.org/10.33536/jg.v8i3.712>
- [6] Kahfi, A. (2017). Kajian Kemampugaruan Batuan Menggunakan Metode Seismic, Graphic DanGrading Pada Tambang Batu pasir Formasi Balikpapan Kec. Loa Janan Kabupaten Kutai Kartanegara a–11 Prosiding Seminar Nasional Teknologi IV, November, 10–19.
- [7] Kirsten, H.A.D. 1982. *A Classification System for Excavation in Natural Material. Die Siviele Ingenieur in Suid Afrika. South Afrika.*
- [8] Komatsu, 2009, *Specifivation and ApplicationHandbook Edition 30*
- [9] Lumban, Remy, B., Hasan, H., & Trides, T. (2020). Studi Tingkat Kekerasan Batuan Terhadap Kemampugaruan Suatu Alat Garu Berdasarkan Kecepatan Gelombang Seismik di Pit Badak PT Multi Harapan Utama Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur (*Study of Class of Rock*)
- [10] Zakri, R. S., Prengki, I., & Saldy, G. (2020). Hubungan Kuat Tekan Uniaksial dan Kuat Tarik Tidak Langsung Pada Batuan Sedimen Dengan Nilai Kuat Tekan Rendah. *Jurnal Bina Tambang*, 5(3), 59–70.